

LASER BEAM MACHINING METHOD

Publication number: JP2235589 (A)

Publication date: 1990-09-18

Inventor(s): IMAMURA SEIJI

Applicant(s): FUJI ELECTRIC CO LTD

Classification:

- **international:** B23K26/00; B23K26/00; (IPC1-7): B23K26/00

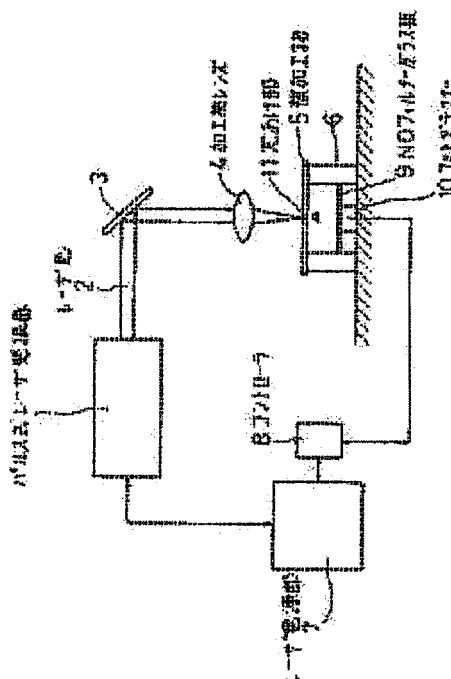
- **European:**

Application number: JP19890057526 19890309

Priority number(s): JP19890057526 19890309

Abstract of JP 2235589 (A)

PURPOSE: To make a minute hole of the same size being free from a variance all the time by detecting a laser light for passing through a hole when the hole is penetrated, at the time of making a hole in an object to be worked by the laser light, and stopping an oscillation of the laser light. **CONSTITUTION:** By a signal from a controller 8, electric power is supplied to a pulse type laser oscillator 1 from a power source part 7, and a laser light 2 is oscillated and sent to a working use lens 4 through a bend mirror 3, and condensed and radiated to the surface of a piercing part 11 of an object 5 to be worked. When a hole is penetrated by irradiating repeatedly a pulse of the laser light 2 to the piercing part 11, the laser light 2 passes through the hole and irradiates an ND filter glass plate 9, and the laser light 2 is attenuated.; This attenuated laser light 2 is detected by a photodetector 10, a detecting signal is sent to the controller 8 and the electric power supply to the oscillator 1 from the laser power source 7 is stopped. In such a way, a minute hole of a prescribed outside diameter can always be formed in the object 5 to be worked.



⑫ 公開特許公報(A) 平2-235589

⑤Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬公開 平成2年(1990)9月18日

B 23 K 26/00

P

7920-4E

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑭発明の名称 レーザ加工方法

⑰特 願 平1-57526

⑱出 願 平1(1989)3月9日

⑲発 明 者 今 村 清 治 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機株式会社内

⑳出 願 人 富士電機株式会社 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

㉑代 理 人 弁理士 駒田 喜英

明 細 書

1. 発明の名称

レーザ加工方法

2. 特許請求の範囲

1) パルス式レーザ発振器からレーザ光を発振して被加工物の穴あけを行うレーザ加工方法において、前記被加工物の穴あけ部に穴が貫通したとき、この穴を通過した前記レーザ光をフォトデテクターで検出し、この検出信号を前記パルス式レーザ発振器の電源であるレーザ電源部を制御するコントローラへ送信し、このコントローラからの信号に基づいて、前記パルス式レーザ光の発振を停止するようにしたことを特徴とするレーザ加工方法。

3. 発明の詳細な説明

【産業上の利用分野】

この発明は、レーザ光により被加工物に微細な穴あけを行うレーザ加工方法に関する。

【従来の技術】

レーザ光による微細加工の特徴を列挙すると以

下のようなになる。

イ、レーザ光は空間的コヒーレンシに優れているのでレンズ系を用いて集光すると、被加工物上に発振波長の数倍程度のビーム径で集光できるので、微細加工に最適であると同時に、局部的熱加工であるため周囲への熱影響を微細部分に制限することができる。

ロ、レーザ加工は被接触加工であるため、被加工物に生じる加工ひずみを最小にとどめると同時に、加工プロセスの自動化、無人化に適している。

ハ、Nd:YAGレーザではQスイッチング技術により、 10^{-7} ～ 10^{-8} 秒程度の短時間で尖頭出力の大きいパルス発生ができるので、被加工物を極めて短時間に気化温度まで加熱できる。

従来、レーザ光による被加工物への微細な穴あけには、波長の短いパルス式の固体レーザが用いられる。それは波長が短い程、加工用レンズでより小さなスポット径に集光できると、パルス発

信式レーザが連続発振式のレーザに比べて1パルス当たりの出力エネルギー(J/P)の発振能力が高く、しかも加工部の熱影響が少ないためである。

通常パルス式のYAGレーザ(波長 $1.06\mu m$)によつて、板厚が数mm以下の軟鋼板にできるだけ小さな穴径、すなわち数 $10\mu m$ 程度の穴径を得るような場合には、レーザ光の強度分布がガウシアン分布であるレーザでしかも、集光スポット径ができるだけ小さくできるようにするため加工用レンズには短い焦点距離のものを用いる。

さらに微細な加工を必要とする場合にはNd:YAGレーザの $1.06\mu m$ の発振光を非線形結晶であるKDPなどを通過させ、第2高調波である $0.53\mu m$ に変換して用いられている。

そして、レーザ発振条件は、パルス幅(ms)、パルス数(PPS)、1パルス当たりの出力エネルギー(J/P)、パルスの繰り返し照射回数などをいろいろ変えて実験を行い最適な条件が定められる。

例えば、板厚 0.2 mm の軟鋼板に、直径 $30\mu m$

の穴あけを行うときの最適なレーザ発振条件として、パルス幅 0.4 ms 、パルス数3PPS、1パルス当たりのレーザ出力 0.1 J/P 、パルスの繰り返し照射回数16回という条件がある。これは軟鋼板にパルスレーザ光を照射して、繰り返し照射回数が16回目で穴があいたときに、レーザ光照射を止める条件となっている。それは、さらに繰り返し照射回数を続けると、レーザ光の出力エネルギーの無駄だけでなく、穴径が大きくなり、しかも穴あけ部周辺の熱影響が増大することによるものである。

すなわち、最小の穴径を得るためには穴があく必要最小限のレーザ光のパルス繰り返し照射回数により達成させることができるものである。

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記のような最適なレーザ発振条件を求めて穴あけを行う場合に、必ずしも同一の穴径が常に再現される訳でなく、レーザ出力エネルギーが瞬間的に変動したり、被加工物の表面の一部がレーザ光をよく反射する状態であつたり、ある

いは、逆にレーザ光を吸収し易い状態のときは、穴があかなかつたり、あるいは逆に穴径が大きくなつたりすることがある。

しかも、数 $10\mu m$ という微細な穴は、外観状肉眼では殆ど確認することは不可能なため、数千箇所から数万箇所の穴をあけるような場合には、レーザ光のパルス照射回数を少し大きめにとつて、穴があいていないものが生じないように措置がとられる。しかもその結果、穴径が少し大きいものや、熱影響部が少し増大したものがでることは避けられなかつた。以上のように、最小の微細穴径を得るための最適レーザ発振条件を決めても、常に再現性のよい穴径が得られるわけではないという問題があつた。

この発明は、パルス式レーザ発振器からレーザ光を発振して非加工物の穴あけを行うレーザ加工方法において、所定の微細な外径の穴が常に得られるようなレーザ加工方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

上記目的は、パルス式レーザ発振器からレーザ光を発振して被加工物の穴あけを行うレーザ加工方法において、前記被加工物の穴あけ部に穴が貫通したとき、この穴を通過した前記レーザ光をフォトデテクターで検出し、この検出信号を前記パルス式レーザ発振器の電源であるレーザ電源部を制御するコントローラへ送信し、このコントローラからの信号に基づいて、前記パルス式レーザ光の発振を停止するようにしたレーザ加工方法によつて達成される。

【作 用】

被加工物の穴あけ部に穴が貫通したとき、この穴を通過したレーザ光をフォトデテクターで検出し、この検出信号をパルス式レーザ発振器の電源であるレーザ電源部を制御するコントローラへ送信し、このコントローラからの信号に基づいて、パルス式レーザ光の発振を停止するようにしたので、穴の大きさがばらつくことなく、常に所定の微細な外径の穴をあけることができる。

【実施例】

第1図はこの発明の実施例によるレーザ加工方法に用いるレーザ加工装置の構成図である。このレーザ加工装置は、パルス式レーザ発振器1、このパルス式レーザ発振器1から発振されるレーザ光2を反射するベンドミラー3、レーザ光を集光するための加工用レンズ4、被加工物5を支持する架台6、パルス式レーザ発振器1へ電力を供給するレーザ電源部7、このレーザ電源部7の発振条件を設定し出力を制御するコントローラ8、レーザ光を減衰させるNDフィルターガラス板、レーザ光を検出するフォトデテクター10から構成される。なお、11は被加工物の穴あけ部である。

以下この発明のレーザ加工方法について説明する。コントローラ8には被加工物5の穴あけを行うのに適したレーザ光発振条件、例えばパルス幅、パルス数、1パルス当たりの出力エネルギーがあらかじめ設定されており、コントローラ8からの信号によりレーザ電源部7からパルス式レーザ発振器1へ電力を供給し、パルス式レーザ発振器1からレーザ光2を発振する。このレーザ光2はベ

ンドミラー3で反射され加工用レンズ4を通過して被加工物5の穴あけ部11の面に集光照射される。穴あけ部11にレーザ光2のパルスを繰り返し照射すると、穴あけ部11は、穴が深く進行し、穴が貫通するとレーザ光2は被加工物5の穴を通過してNDフィルターガラス板9に当たる。このためレーザ光2はNDフィルターガラス板9で減衰され、フォトデテクター10で検出されて、この検出信号はコントローラ8に送信される。そして、コントローラ8により、レーザ電源7から供給する電力を直ちに停止すれば、パルス式レーザ発振器1からのレーザ光の発振は停止する。このように、レーザ光により被加工物に穴をあけたとき直ちにレーザ光の発振を停止しているので、余計な繰り返し照射や、照射不足を生ずることがない。すなわち、従来の技術の項で述べた通り、板厚0.2mmの軟鋼板に直径30 μ mの穴あけを行うときの例に示したように、パルス幅0.4ms、パルス数3PPS、1パルス当たりのレーザ出力エネルギー0.1J/P、パルスの繰り返し照射回数16回

と設定すると、この条件は一定となる。ところが、實際上、例えば繰り返し照射回数が15回目で穴があいたり、あるいは17回目で穴があいたりすることがある。このため条件が一定であると、穴が大きくなったり、あるいは逆に穴があかないことが生じるので、この発明のように穴の貫通を検出してレーザ光の発振を停止すれば、従来のような穴あけ不良はなくなり、常に同じ外径の微細穴を加工できる。

【発明の効果】

この発明は、被加工物の穴あけ部に穴が貫通したとき、この穴を通過したレーザ光をフォトデテクターで検出し、この検出信号をパルス式レーザ発振器の電源であるレーザ電源部を制御するコントローラへ送信し、このコントローラからの信号に基づいて、パルス式レーザ光の発振を停止するようにしたので、必要最小限のレーザパルスの繰り返し照射回数で、所定の微細な径の穴をあけることができる。しかも余計なレーザパルスを照射しないので穴の周りへの熱影響が少なく、ばらつ

きのない同じ大きさの微細な穴を加工することができる。

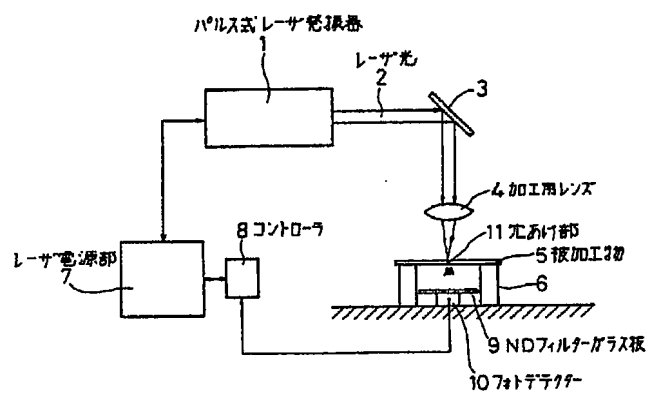
4.図面の簡単な説明

第1図はこの発明の実施例によるレーザ加工方法に用いるレーザ加工装置の構成図である。

1：パルス式レーザ発振器、2：レーザ光、4：加工用レンズ、5：被加工物、7：レーザ電源部、8：コントローラ、10：フォトデテクター、11：穴あけ部。

代理人弁理士 駒田喜英





第 1 図